

PUB-NO: EP000486430A2  
DOCUMENT-IDENTIFIER: EP 486430 A2  
TITLE: Light barrier.  
PUBN-DATE: May 20, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

DECOI, BEAT

COUNTRY

CH

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

DECOI BEAT

COUNTRY

CH

APPL-NO: EP91810868

APPL-DATE: November 11, 1991

PRIORITY-DATA: CH00358490A ( November 12, 1990)

INT-CL (IPC): G01V009/04

EUR-CL (EPC): G01V008/20

US-CL-CURRENT: 250/221

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O> A method is specified for controlling a light barrier in which a number of cooperating transmitters and receivers form a plurality of scanning beam paths, the scanning beams more or less filling a region to be monitored of an object to be monitored. Scanning cycles in which the presence of essentially all the scanning beams is detected are triggered by

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

the object to be monitored or a control device cooperating therewith, said control unit transmitting at least one external control signal to an external unit, depending on the scanning result. This method temporarily forms a paired assignment of one transmitter and one receiver each as an operating scanning beam path, at least one calibration cycle being carried out in accordance with the operating scanning beam paths of the light barrier for the purpose of self-control of individual operating characteristics of respective transmitter/receiver pairs. Moreover, a scanning window is opened by a control function of the unit to be monitored by means of a control unit in which at least one scanning cycle of the operating scanning beam paths is performed. A light barrier for transmitting a control signal, which has a number of cooperating transmitters and receivers, transmitters or receivers being activated in scanning cycles by an evaluation circuit, which light barrier is equipped for carrying out the abovementioned method, has an evaluation circuit which is constructed as a calibratable evaluation circuit found1! for the self-control of the operating setting variables of the respective working scanning beams foundS! foundtransmitter/receiver pair! and the activation series of the working scanning beams foundS! of the light barrier. Said evaluation circuit contains a control circuit found2! which is connected to read and main memories found2.1 and 2.2, respectively! and to a clock found1.3!, as well as to the object to be controlled by means of a control output foundAs! for an output control signal and an input foundE3! for an input control signal. Moreover, it has assignment means which for a phase of the operation in each case temporarily assigns to one another in each case one

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

transmitter found3.1.1, 3.1.2, etc.! of a transmitter  
circuit found3! and in  
each case one receiver found4.1.1, 4.1.2, etc.! of a  
receiver circuit found4!.  
<IMAGE>

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer : **0 486 430 A2**

⑫

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑳ Anmeldenummer : **91810868.9**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : **G01V 9/04**

㉔ Anmeldetag : **11.11.91**

③① Priorität : **12.11.90 CH 3584/90**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**20.05.92 Patentblatt 92/21**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :  
**AT DE FR GB**

⑦① Anmelder : **Decoi, Beat**  
**Bergwerkstrasse 5**  
**CH-7320 Sargans (CH)**

⑦② Erfinder : **Decoi, Beat**  
**Bergwerkstrasse 5**  
**CH-7320 Sargans (CH)**

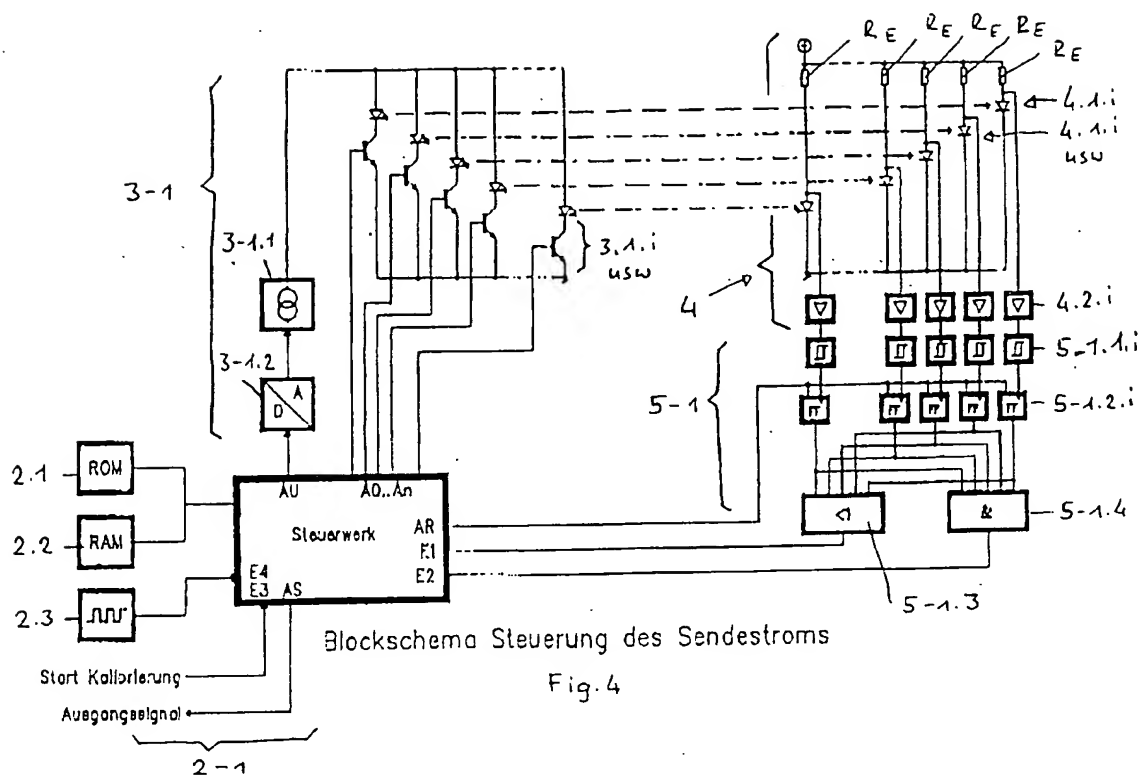
⑦④ Vertreter : **Travnicek, Richard**  
**Glärnischstrasse 10**  
**CH-8102 Oberengstringen (CH)**

⑤④ **Lichtschanke.**

⑤⑦ Es wird ein Verfahren zur Steuerung einer Lichtschanke, bei der eine Anzahl zusammenwirkender Sender und Empfänger mehrere Abtaststrahlengänge bilden, angegeben, wobei die Abtaststrahlen einen zu ueberwachenden Bereich eines zu ueberwachenden Objektes mehr oder minder erfüllen. Abtastzyklen, in welchen das Vorhandensein von im wesentlichen allen Abtaststrahlen detektiert wird, werden von dem zu ueberwachenden Objekt oder einem mit diesem zusammenwirkenden Steuergeräet ausgelöst, wobei dieses wenigstens ein externes Steuersignal an ein externes Geräet je nach Abtastergebnis abgibt. Bei diesem Verfahren wird eine paarweise Zuordnung je eines Senders und eines Empfängers als ein Arbeits-Abtaststrahlengang temporaer gebildet, wobei wenigstens ein Kalibrierzyklus zur Selbststeuerung einzelner Betriebs-Kenngrößen jeweiliger Sender-Empfängerpaarungen entsprechend den Arbeits-Abtaststrahlengängen der Lichtschanke ausgeführt wird. Ausserdem wird ein Abtastfenster von einer Steuerfunktion des zu ueberwachenden Geräetes durch ein Steuergeräet geöffnet, in welchem wenigstens ein Abtastzyklus der Arbeits-Abtaststrahlengänge vorgenommen wird.

Eine Lichtschanke fuer die Abgabe eines Steuersignals mit einer Anzahl zusammenwirkender Sender und Empfänger, wobei Sender bzw. Empfänger in Abtastzyklen von einem Auswertekreis aktiviert werden, welche zur Durchfuehrung des o.g. Verfahrens eingerichtet ist, weist einen Auswertekreis auf, der als ein kalibrierbarer Auswertekreis [1] zur Selbststeuerung der Arbeits-Einstellgrößen der jeweiligen Arbeits-Abtaststrahlen [S] [Sender-Empfängerpaarung] und der Aktivierungsreihenfolge der Arbeits-Abtaststrahlen [S] der Lichtschanke ausgebildet ist. Er enthaelt einen Steuerkreis [2], der an Lese- und Arbeitsspeicher [2.1 bzw. 2.2] und an eine Clock [1.3] sowie an das zu steuernde Objekt mit einem Steuer-Ausgang [As] fuer ein Ausgangs-Steuersignal und einen Eingang [E3] fuer Eingang-Steuersignal angeschlossen ist. Darueberhinaus weist er Zuordnungsmittel auf, welche je einen Sender [3.1.1, 3.1.2, usw.] eines Senderkreises [3] und je einen Empfänger [4.1.1, 4.1.2, usw.] eines Empfängerkreises [4] temporaer je fuer eine Phase des Betriebes einander zuordnen.

EP 0 486 430 A2





Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Lichtschranke nach dem Oberbegriff des Anspruchs 27 zur Durchfuehrung des Verfahrens.

Bei einer bekannten Lichtschranke [WO 82/02787 - OTIS] fuer einen Durchgang ist eine Anzahl von Strahlungs-Sendern an wenigstens einer Seite des Durchganges angeordnet, wobei jeder Sender und dass wenigstens ein Strahlungs-Empfänger auf einer gegenüberliegend n Seite zu den Sendern angeordnet ist und ein Ausgangssignal erzeugt, dass erste Mittel zur Aktivierung eines jeden Senders in einer ausgewählten Folge vorgesehen sind und dass zweite Mittel zur Erzeugung eines Detektionssignals bei Vorhandensein eines Objektes im Durchgang zwischen einem jeweiligen Sender und einem entsprechenden Empfänger im Zusammenwirken mit den ersten Mitteln zur Aktivierung eines entsprechenden Senders und dem Ausbleiben eines Ausgangssignals von einem oder von mehreren der Empfänger.

In einer anderen Version koennen die zweiten Mittel dazu eingerichtet sein, dass sie in einer ausgewählten Folge die Abwesenheit eines Ausgangssignals von jedem der beiden Empfänger feststellen.

In noch einer anderen Version dieser Lichtschranke kann an jeder Seite des Durchganges ein erster Empfänger im oberen Bereich und ein zweiter Empfänger im unteren Bereich des Durchganges angeordnet, wobei zwischen diesen eine Anzahl von Sendern vorgesehen ist.

Eine solche Lichtschranke hat u.a. die Nachteile, dass sie bei einer Montage an bewegten Objekten, z.B. Tuerfluegeln, keine zuverlaessige Ueberwachung zulaesst, da die Intensitaetsverhaeltnisse der Abtaststrahlen auf die groesste Durchgangsoeffnung abgestimmt sein muessen und ausserdem die bei sich einander annaehenden Tueren sich aenderungden wirksamen Abtast-Strahlenwege nicht beruecksichtigbar sind. Auch werden mit der Zeit auftretende Verschmutzungen der Sender und/oder Empfänger nicht beruecksichtigt und koennen zu falschen Ausloesesignalen fuehren, damit aber Menschen, insbesondere aeltere und gebrechliche Menschen oder Bedienpersonen an Maschinen, gefaehrden.

Daher ist es eine Aufgabe der Erfindung, diese Nachteile zu beheben und eine auch sehr duenne Gegenstaende, z.B. Blindenstaee etc., erfassende Lichtschranke zu schaffen, welche auch alterungsbedingte Aenderungen in den Sendern- und/oder Empfängern ausgleichen. Auch soll es moeglich sein, eine Lichtschranke mit selbstsuchendem optimalem Abtaststrahl herzustellen, damit beim Einbau geringere Anforderungen an die Montagegenauigkeit und Justage gestellt werden muessen. Ebenso soll sich die Lichtschranke abschnittsweise oder permanent selbst ueberwachen und sich selbst kalibrieren.

Dies laesst sich erreichen mit den kennzeichnenden Merkmalen des Verfahrens nach Anspruch 1 und den kennzeichnenden Merkmalen der Vorrichtung nach Anspruch 1. Weitere Merkmale fuer vorzugsweise Varianten ergeben sich aus den Unteranspruechen des Verfahrens und den Unteranspruechen der Vorrichtung.

Weitere Merkmale und die wesentlichsten Zusammenhaenge bei einer Lichtschranke ergeben sich aus der beispielsweise Darstellung von Ausfuehrungsformen einer erfindungsgemaessen Lichtschranke anhand der Zeichnung. In dieser zeigen die Figuren

- Fig. 1 die keulenfoermige Intensitaetsverteilung eines Senders oder Empfängers,
- Fig. 2 die Reflexion eines Sekundaerstrahles an einer benachbarten Flaechen,
- Fig. 3 Prinzip einer Einweg-Lichtschranke mit 5 Arbeits-Abtaststrahlengängen pro Sender,
- Fig. 4 einen Auswertekreis 1. Art mit Steuerung des Sendestroms der Sender,
- Fig. 5 einen Auswertekreis 2. Art mit Messung der Signalstaerke,
- Fig. 6 einen Auswertekreis 3. Art mit Regelung eines gesteuerten Verstaerkers,
- Fig. 7 einen Sendekreis 3. Art.

Zufolge der keulenfoermigen Intensitaetsverteilung eines normalerweise verwendeten Senders ohne Strahlbuendelung fuer Lichtschranken [Fig. 1] werden an nahe benachbart zur Lichtschranke angeordneten Objekten, beispielsweise sich schliessenden Schiebetueren etc., Reflexionen der Abtaststrahlen auftreten [Fig. 2], welche ebenfalls den Empfänger treffen und dadurch ev. einen durch ein Objekt unterbrochenen Arbeits-Abtaststrahl umgehen koennen und somit keine Erkennung des Objektes liefern. Insbesondere, da in der Praxis die Empfindlichkeitswerte so eingestellt werden muessen, dass auch noch nach gealtertem Sender oder Empfänger dieser noch ein Arbeits-Signal liefert. D.h., die Empfindlichkeitseinstellung ist in der Praxis fuer die Normalfaelle viel zu hoch. Gerichtete Lichtstrahlsysteme, beispielsweise Laserstrahlen, sind jedoch nicht immer einsetzbar.

Eine Einweg-Lichtschranke enthaelt eine Anzahl in einer Reihe angeordneter Sender 3, von welchen jeder 5 Arbeits-Abtaststrahlengänge S aufweist [Fig. 3], und eine gegenueber der Reihe der Sender 3 angeordnete Reihe von Empfängern 4. Sender 3 wie Empfänger 4 sind mit einem kalibrierbaren Auswertekreis 1 verbunden, welcher bei Unterbrechung wenigstens eines Arbeits-Abtaststrahlenganges S ein Signal erzeugt und am Signalausgang As eines Steuerkreises 2 abgibt, welches an eine ueberwachte Einrichtung, beispielsweise einen Tuerantrieb, eine Sicherheitsvorrichtung bei einer Maschine etc., gelegt und damit diese betaeigt werden kann.

Ein kalibrierbarer Auswertekreis 1-1 [Fig. 4] in 1. Variante fuer eine Lichtschranke weist einen Steuerkreis

2-1 1. Art mit einem Arbeitsspeicher 2.2 und einem Lesespeicher 2.1, sowie eine Clock 2.3 auf. An diesen Steuerkreis 2-11. Art ist einerseits ein Senderkreis 3-1 1. Art an einem Ausgang Au sowie an Steuerausgängen A0 ... An des Steuerkreises 2-1 und andererseits ein Kalibrierkreis 5-1 1. Art an einem primären Empfaengereingang E1 und an einem sekundären Empfaengereingang E2 sowie an einen Resetausgang AR angeschlossen, wobei am Kalibrierkreis 5-1 ein Empfaengerkreis 4 liegt. Dabei liegt der primäre Empfaengereingang E1 an einem ODER-Gatter 5-1.3 des Kalibrierkreises 5-1 und der sekundäre Empfaengereingang E2 an einem UND-Gatter 5-1.4 des Kalibrierkreises 5-1.

Der hier verwendete Kalibrierkreis 5-1 1. Art zur Selbststeuerung der Intensität jedes Arbeits-Abtaststrahls S weist fuer jeden Empfaenger 4.1.i einen am Ausgang des dem Empfaenger 4.1.i zugeordneten Verstärkers 4.2.i des Empfaengerkreises 4 liegenden Schwellwertschalter 5-1.1.i [Schmitt-Trigger] und ein von diesem angespeistes Flip-Flop 5-1.2.i auf, welches sowohl mit einem fuer alle Empfaenger 4.1.i gemeinsamen ODER-Gatter 5-1.3 als auch mit einem fuer alle Empfaenger 4.1.i gemeinsamen UND-Gatter 5-1.4 verbunden ist, wobei die Ausgänge dieser beiden Gatter 5-1.3 bzw. 5-1.4 je an einem Eingang E1 bzw. E2 eines Steuerkreises 1. Art 2-1 liegen und dass alle Flip-Flops 5-1.2.i mit einem Reseteingang an einem Resetausgang AR des Steuerkreises 2-1 angeschlossen sind.

Der Steuerkreis 2-1 1. Art enthaelt Zuordnungsmittel, welche je einen Sender 3.1.i eines Senderkreises 3 und je einen Empfaenger 4.1.i eines Empfaengerkreises 4 temporaer je fuer eine Phase des Betriebes [z.B. je fuer eine Phase eines Abtastzyklus und einer entsprechenden Phase eines Kalibrierzyklus] einander zuordnen. Darueberhinaus weist der Steuerkreis 2-1 1. Art Mittel [nicht dargestellt] auf, welche feststellen, ob der primäre Empfaengereingang E1 den digitalen Wert 1 oder den Wert 0 aufweist. Liegt der Wert 1 am primären Empfaengereingang E1, dann sind alle Arbeits-Abtaststrahlen S vorhanden, d.h. es befindet sich kein Objekt im ueberwachten Raum und der Steuerkreis 2-1 gibt ein entsprechendes Signal an eine [nicht dargestellte] zu ueberwachende oder zu steuernde Einrichtung, z.B. eine Tuere, eine Foerderanlage, eine Werkzeugmaschine etc. via einen Steuer-Ausgang As ab. Liegt der Wert 0 am primären Empfaengereingang E1 des Steuerkreises 2-1 1. Art, dann ist wenigstens ein Arbeits-Abtaststrahlengang S unterbrochen, d.h. es befindet sich ein Objekt im ueberwachten Raum und der Steuerkreis 2-1 1. Art gibt ein entsprechendes Signal, meist ein Sperrsignal, an eine [nicht dargestellte] zu steuernde Einrichtung ab.

Ausserdem steuern die Zuordnungsmittel des Steuerkreises 2-1 1. Art die Zuordnung und die Reihenfolge der Zuordnung je eines Senders 3.1.i zu einem Empfaenger 4.1.i, wodurch je ein Arbeits-Abtaststrahlengang S gebildet wird.

Ein Senderkreis in einer 1. Art 3-1, wie er bei dieser 1. Variante einer Lichtscharanke verwendet wird, weist eine Anzahl Sender 3.1.i auf, deren Eingänge an eine gemeinsame, geregelte Stromquelle 3-1.1 angeschlossen sind, die mit ihrem Eingang an einem D/A-Wandler 3-1.2 liegt, dessen Eingang an einen Ausgang Au des Steuerkreises 2-1 oder 2-2 oder 2-3 angeschlossen ist und dass die Sender 3.1.i mit je ihnen zugeordneten Ausgängen Ai des Steuerkreises 2-1 oder 2-2 oder 2-3 verbunden sind. Diese Ausgänge Ai steuern die Sender an, um sie in den aktiven oder in den passiven Zustand ueberzufuehren. Dies in Uebereinstimmung mit den von den Zuordnungsmitteln gebildeten Arbeits-Abtaststrahlengängen S durch Bildung je eines Sender-Empfaengerpaares.

Anstelle eines Senderkreises 1. Art 3-1 kann auch ein Senderkreis 2. Art 3-2 oder ein Senderkreis 3. Art 3-3, wie er weiter unten beschrieben ist, verwendet werden.

## WIRKUNGSWEISE

Wird bei einer 1. Variante einer Lichtscharanke in einem Abtastfenster ein Arbeits-Abtaststrahlengang S als unterbrochen gemeldet, dann gibt der Steuerkreis 2-1 ein erstes externes Signal an eine an ihn angeschlossene und von ihm gesteuerte externe Vorrichtung, z.B. den Antrieb einer Sicherheitsvorrichtung, einer Transportleitvorrichtung, einer Messvorrichtung fuer den Durchhang laufender Bahnen, einer Tuere oder eines Fensters, von Klappweichen in Transporteinrichtungen odgl., ab, das beispielsweise das Verriegeln einer Sicherheitsvorrichtung an einer Maschine in geschlossenem Zustand oder einer Tuere in geoeffnetem oder geschlossenem Zustand bewirkt. Sobald alle Arbeits-Abtaststrahlengänge S als nicht unterbrochen gemeldet werden, gibt der Steuerkreis 2-1 ein zweites externes Signal ab, welches je nach Art der angeschlossenen externen Vorrichtung diese steuert, beispielsweise den Antrieb zum Schliessen einer Tuere freigibt.

Wird anschliessend von der durch die Lichtscharanke gesteuerten Einrichtung [in den Fig. nicht dargestellt] die Beendigung des ausgelosten Vorganges durch ein Signal an den Steuerkreis 2-1 gemeldet, z.B. wenn die Tuere vollstaendig geschlossen ist, so wird in einer Untervariante, je nach Ansteuerung der Reihenfolge der Arbeits-Abtaststrahlengänge S, beispielsweise das Abtastfenster geschlossen und der Kalibrierzyklus eingeleitet, indem alle Flip-Flops 5-1.2.i auf 0 gesetzt werden. Im Kalibrierzyklus werden fuer jede Sender-Empfaengerpaarung die charakteristischen Kenngrößen fuer den Betrieb der Lichtscharanke, beispielsweise die

Sendeleistung und/oder die Empfängerempfindlichkeit bestimmt. Anschliessend an den Kalibriervorgang aller Sender-Empfängerpaarungen wird automatisch auf ein Abtastfenster und den Abtastzyklus umgeschaltet und die zugehörigen Flip-Flops 5-1.2.i ebenfalls wieder auf 0 gesetzt. Der Abtastzyklus wird jedoch erst zum Ablauf gebracht, wenn ein entsprechendes Signal der zu überwachenden oder zu steuernden Vorrichtung eintrifft.

Dieser Kalibrierzyklus kann in diskreten Abständen oder kontinuierlich aufeinanderfolgend zwischen zwei Abtastfenstern ablaufen. Die Steuerung der Abfolge der Kalibriervorgänge, d.h. einer Kalibrierreihenfolge, innerhalb eines Kalibrierzyklus kann auch so erfolgen, dass auch im Abtastfenster kalibriert wird, indem die nicht unterbrochenen Strahlen zur Kalibrierung freigegeben werden. Dies kann in Abweichung von einer oder mehrerer vorgegebener Kalibrierreihenfolgen für die Arbeits-Abtaststrahlen erfolgen.

Für den Kalibrierzyklus wird der Sender 3.1.i auf einen konstanten und hohen Sendeleistungswert und der Empfangsverstärker 4.2.i auf eine geringe Verstärkung nahe Null eingestellt. Anschliessend wird der Verstärkungsfaktor sukzessive erhöht, bis der dem Verstärker 4.2.i nachgeschaltete Schwellwertschalter 5-1.1.i ein Signal erhält, welches über dem Schwellwert liegt. Dieser minimale Verstärkungsfaktor wird mit einem wählbaren Faktor, z.B. 1,3 oder 1,5 etc. multipliziert, wodurch der Arbeits-Verstärkungsfaktor erhalten wird. Dieser Wert wird beim Abtastzyklus zur Steuerung des Kalibrier-Verstärkers 5-3.2 verwendet. Durch diese Erhöhung des Verstärkungsfaktors auf den Arbeits-Verstärkungsfaktor ist eine gewisse minimale Lichtreserve, d.h. nicht mehr als nötig, für den sicheren und zuverlässigen Betrieb der Lichtschranke vorhanden.

Ein kalibrierbarer Auswertekreis 1-2 [Fig. 5] in 2. Variante für eine Lichtschranke weist einen Steuerkreis 2-2 2. Art mit einem Arbeitsspeicher 2.2, einem Lesespeicher 2.1, sowie einer Clock 2.3 auf. An diesen Steuerkreis 2-2 2. Art ist einerseits ein Senderkreis 3-2 2. Art an einem Ausgang Au sowie an Steuerausgängen A0 ... An des Steuerkreises 2-2 und andererseits ein Kalibrierkreis 5-2 2. Art an einem Empfängerereingang E1 sowie an einem Multiplexsteuerausgang Am angeschlossen, wobei am Kalibrierkreis 5-2 2. Art ein Empfängerkreis 4 liegt.

Bei einer bei dieser 2. Variante einer Lichtschranke vorgesehenen Kalibrierkreis 2. Art 5-2 zur Messung der Signalstärke des Empfängers 4.1.i, ist jeder Empfänger 4.1.i eines am Ausgang des dem Empfänger 4.1.i zugeordneten Verstärkers 4.2.i des Empfängerkreises 4 mit einem Multiplexer 5-2.1 verbunden, welcher die Signale jedes der Verstärker 4.2.i einzeln an einen gemeinsamen A/D-Wandler 5-2.2 schaltet, dessen Ausgang an einem Eingang E1 eines Steuerkreises 2. Art 2-2 liegt, welcher einen Multiplexer-Steuerausgang Am aufweist, der mit dem Multiplexer 5-2.1 zu dessen Ansteuerung verbunden ist.

Der Steuerkreis 2-2 2. Art enthält Zuordnungsmittel, welche je einen Sender 3.1.i eines Senderkreises 3 und je einen Empfänger 4.1.i eines Empfängerkreises 4 temporär je für eine Phase eines Arbeitszyklus [z.B. je für eine Phase eines Abtastzyklus und einer entsprechenden Phase eines Kalibrierzyklus] einander zuordnen. Darüberhinaus weist der Steuerkreis 2-2 Mittel [nicht dargestellt] auf, welche feststellen, ob der Empfängerereingang E1 den digitalen Wert 1 oder den Wert 0 aufweist. Liegt der Wert 1 am Empfängerereingang E1, dann sind alle Arbeits-Abtaststrahlen S vorhanden, d.h. es befindet sich kein Objekt im überwachten Raum und der Steuerkreis 2-2 gibt ein entsprechendes Signal an eine [nicht dargestellte] zu steuernde Einrichtung, z.B. für eine Türe, via einen Steuer-Ausgang As ab. Liegt der Wert 0 am primären Empfängerereingang E1 des Steuerkreises 2-2 2. Art, dann ist wenigstens ein Arbeits-Abtaststrahlengang S unterbrochen, d.h. es befindet sich ein Objekt im überwachten Raum und der Steuerkreis 2-2 2. Art gibt ein entsprechendes Signal, z.B. ein Sperrsignal, an eine [nicht dargestellte] zu steuernde Einrichtung ab.

Ausserdem steuern die Zuordnungsmittel des Steuerkreises 2-2 2. Art die Zuordnung und die Reihenfolge der Zuordnung je eines Senders 3.1.i zu einem Empfänger 4.1.i, wodurch je ein Arbeits-Abtaststrahlengang S gebildet wird.

Ein Senderkreis in einer 2. Art 3-2 weist eine Anzahl Sender 3.1.i auf, deren Eingänge an eine gemeinsame, geregelte Stromquelle 3-2.1 angeschlossen sind, die mit ihrem Eingang an einem Ausgang Au des Steuerkreises 2-2 2. Art angeschlossen ist und dass die Sender 3.1.i mit je ihnen zugeordneten Ausgängen Ai des Steuerkreises 2-2 2. Art verbunden sind.

Über diese Ausgänge Ai werden die Sender 3.1.i vom Steuerkreis 2-2 angesteuert, um sie in den aktiven oder in den passiven Zustand überzuführen. Dies in Übereinstimmung mit den von den Zuordnungsmitteln gebildeten Arbeits-Abtaststrahlengängen S durch Bildung je eines Sender-Empfängerpaars.

Anstelle eines Senderkreises 3-2 2. Art kann auch ein Senderkreis 3-11. Art oder ein Senderkreis 3-3 3. Art, wie er weiter unten beschrieben ist, verwendet werden.

## WIRKUNGSWEISE

Wird bei einer 2. Variante einer Lichtschranke in einem Abtastfenster ein Arbeits-Abtaststrahlengang S als unterbrochen gemeldet, dann gibt der Steuerkreis 2-2 ein erstes externes Signal an eine an ihn angeschlossene

und von ihm gesteuerte externe Einrichtung, z.B. den Antrieb einer Sicherheitsvorrichtung, einer Transportleitvorrichtung, einer Messvorrichtung, einer Tuere oder eines Fensters, von Klappweichen in Transporteinrichtungen odgl., ab, das beispielsweise das Verriegeln einer Sicherheitsvorrichtung an einer Maschine in geschlossenem Zustand, eines Hallentores oder einer Tuere in geöffnetem oder geschlossenem Zustand bewirkt. Sobald alle Arbeits-Abtaststrahlengänge S als nicht unterbrochen gemeldet werden, gibt der Steuerkreis 2-2 ein zweites externes Signal ab, welches je nach Art der angeschlossenen externen Einrichtung diese steuert, beispielsweise den Antrieb zum Schliessen oder Oeffnen eines Fensters freigibt.

Wird anschliessend von der durch die Lichtschranke gesteuerten Einrichtung [in den Fig. nicht dargestellt] die Beendigung des ausgelösten Vorganges durch ein Signal an den Steuerkreis 2-2 [z.B. via Eingang E 3] gemeldet, z.B. wenn die Tuere vollständig geschlossen ist, so wird das Abtastfenster geschlossen und der Kalibrierzyklus eingeleitet. Dazu wird jeder Sender 3.1.i auf einen konstanten Leistungswert und jeder Empfangsverstärker 4.2.i auf eine konstante Verstärkung eingestellt. Der dem Empfangsverstärker 4.2.i nachgeschaltete A/D-Wandler 5-2.2 misst die empfangene Signalstärke und gibt sie dem Steuerkreis 2-2 weiter, welcher den ermittelten Wert mit einem Faktor kleiner 1, z.B. 0,666, multipliziert und das Ergebnis in einer Tabelle abspeichert. Dieser Vorgang wird fuer jede Sender-Empfängerpaarung, also jeden Arbeits-Abtaststrahlengang S, wiederholt. Die so ermittelten und abgespeicherten Werte werden dann beim Abtastzyklus mit den zu derselben Sender-Empfängerpaarung gehörenden und aktuell ermittelten Signalstärke verglichen. Ist der im Abtastzyklus ermittelte Wert kleiner als der in der Tabelle abgespeicherte Wert, wird ein Ausgangssignal erzeugt, welches in Zusammenwirken mit anderen Statuswerten der ueberwachten Einrichtung [in der Zeichnung nicht dargestellt] ein Signal, z.B. zur Oeffnung einer Tuere oder zur Verriegelung einer Sicherheitsvorrichtung, erzeugt. Anschliessend an den Kalibriervorgang aller Sender-Empfängerpaarungen wird automatisch auf ein Abtastfenster und den Abtastzyklus umgeschaltet. Der Abtastzyklus wird jedoch erst zum Ablauf gebracht, wenn ein entsprechendes Signal der ueberwachten oder zu steuernden Einrichtung eintrifft. Es ist aber auch moeglich, den Kalibrierzyklus mit oder ohne Abstaenden weiterlaufen zu lassen, bis das Abtastfenster geoeffnet wird. Die Steuerung der Abfolge der Kalibriervorgaenge, d.h. einer Kalibrierreihenfolge, innerhalb eines Kalibrierzyklus kann auch so erfolgen, dass auch im Abtastfenster kalibriert wird.

Auch hier bewirkt die Modifikation des Kalibrierwertes mit einem Faktor eine gewisse minimale Lichtreserve fuer den Betrieb der Lichtschranke, damit diese sicher und zuverlaessig arbeitet.

Ein kalibrierbarer Auswertekreis 1-3 [Fig. 6] in 3. Variante fuer eine Lichtschranke weist einen Steuerkreis 2-3 3. Art mit einem Arbeitsspeicher 2.2, einem Lesespeicher 2.1 und einer Clock 2.3 auf. An diesen Steuerkreis 2-3 3. Art ist einerseits ein Senderkreis 3-3 3. Art an einem Ausgang Au sowie an Steuerausgaengen A0 ... An des Steuerkreises 2-3 und andererseits ein Kalibrierkreis 5-3 3. Art an einem Empfaengereingang E1 sowie an einem Verstaerker-Steuerausgang Av angeschlossen, wobei am Kalibrierkreis 5-3 3. Art ein Empfaengerkreis 4 liegt.

Beim hier verwendeten Kalibrierkreis 3. Art 5-3 zur Selbststeuerung der Empfindlichkeit des Empfaengerkreises 4, ist jeder Empfaenger 4.1.i mit seinem ihm am Ausgang zugeordneten Verstaerker 4.2.i des Empfaengerkreises 4 mit einem Multiplexer 5-3.1 verbunden, welcher die Signale jedes der Verstaerker 4.2.i einzeln an einen gemeinsamen Kalibrierverstaerker 5-3.2 schaltet, dessen Ausgang an einem Eingang E1 eines Steuerkreises 3. Art 2-3 liegt, welcher einen Verstaerker-Steuerausgang Av aufweist, an dem ein Verstaerkersteuer-D/A-Wandler 5-3.3 liegt, der mit dem Kalibrierverstaerker 5-3.2 zu dessen Steuerung verbunden ist.

Der Steuerkreis 2-3 3. Art enthaelt Zuordnungsmittel, welche je einen Sender 3.1.i eines Senderkreises 3 und je einen Empfaenger 4.1.i eines Empfaengerkreises 4 temporaer je fuer eine Phase eines Arbeitszyklus [z.B. je fuer eine Phase eines Abtastzyklus und einer entsprechenden Phase eines Kalibrierzyklus] einander zuordnen. Darueberhinaus weist der Steuerkreis 2-3 3. Art Mittel [nicht dargestellt] auf, welche feststellen, ob der Empfaengereingang E1 den digitalen Wert 1 oder den Wert 0 aufweist. Liegt der Wert 1 am Empfaengereingang E1, dann sind alle Arbeits-Abtaststrahlen S vorhanden, d.h. es befindet sich kein Objekt im ueberwachten Raum und der Steuerkreis gibt ein entsprechendes Signal an eine [nicht dargestellte] zu steuernde Einrichtung, z.B. fuer eine Tuere, via einen nicht dargestellten Ausgang ab. Liegt der Wert 0 am Empfaengereingang E1 des Steuerkreises 2-3, dann ist wenigstens ein Arbeits-Abtaststrahlengang unterbrochen, d.h. es befindet sich ein Objekt im ueberwachten Raum und der Steuerkreis ...2-3 3. Art gibt ein entsprechendes Signal, z.B. ein Sperrsignal, an eine [nicht dargestellte] zu steuernde Vorrichtung ab.

Ausserdem steuern die Zuordnungsmittel des Steuerkreises 2-3 3. Art die Zuordnung und die Reihenfolge der Zuordnung je eines Senders 3.1.i zu einem Empfaenger 4.1.i, wodurch je ein Arbeits-Abtaststrahlengang S gebildet wird.

Bei dieser 3. Variante einer Lichtschranke ist ein Senderkreis in einer 2. Art 3-3 mit dem Steuerkreis 3. Art 2-3 verbunden, der auch dieselbe Funktion aufweist.

Anstelle eines Senderkreises 2. Art 3-2 kann auch ein Senderkreis 1. Art 3-1 oder ein Senderkreis 3. Art 3-3, wie er nachfolgend beschrieben ist, verwendet werden.

## WIRKUNGSWEISE

Wird bei einer 3. Variante einer Lichtschranke in einem Abtastfenster ein Arbeits-Abtaststrahlengang als unterbrochen gemeldet, dann gibt der Steuerkreis 2-3 ein erstes externes Signal an eine an ihn angeschlossene und von ihm gesteuerte externe Einrichtung, z.B. den Antrieb einer Sicherheitsvorrichtung odgl., ab, das beispielsweise das Verriegeln einer Sicherheitsvorrichtung an einer Maschine in geschlossenem Zustand oder einer Tuere in geoffnetem oder geschlossenem Zustand bewirkt. Sobald alle Arbeits-Abtaststrahlengänge S als nicht unterbrochen gemeldet werden, gibt der Steuerkreis 2-3 ein zweites externes Signal ab, welches je nach Art der angeschlossenen externen Einrichtung diese steuert, beispielsweise den Antrieb zum Schliessen eines Fensters freigibt.

Wird anschliessend von der durch die Lichtschranke gesteuerten Einrichtung [in der Zeichnung nicht dargestellt] die Beendigung des ausgelosten Vorganges durch ein Signal an den Steuerkreis 2-3 gemeldet, z.B. wenn die Tuere vollstaendig geschlossen ist, so wird das Abtastfenster geschlossen und der Kalibrierzyklus eingeleitet. Dazu wird der Sender auf einen konstanten Leistungswert und jeder Empfangsverstaerker auf eine konstante Verstaerkung eingestellt. Der dem Empfangsverstaerker nachgeschaltete regelbare Kalibrier-Verstaerker 5-3.2 gibt das empfangene Signal an einen Kalibrier-Schwellwertschalter 5-3.4, der bei genuegender Signalstaerke ein Ausgangssignal erzeugt, welches mit einem Faktor, z.B. mit 1,3 oder 1,5, multipliziert wird und das Ergebnis in einer Tabelle abspeichert. Dieser Vorgang wird fuer jede Sender-Empfaengerpaarung, also jeden Arbeits-Abtaststrahlengang S, wiederholt. Weist eine signifikante Zahl von Arbeits-Abtaststrahlengängen S eine vom zulaessigen Arbeitsbereich eine innerhalb eines Toleranzbereiches liegende abweichende Signalstaerke auf, dann wird ueber den D/A-Wandler 5-3.3 der regelbare Verstaerker 5-3.2 nachgeregelt, bis sich wieder eine brauchbare Signalstaerke ergibt. Die so ermittelten und abgespeicherten Werte werden dann beim Abtastzyklus mit den zu derselben Sender-Empfaengerpaarung gehoerenden und aktuell ermittelten Signalstaerke verglichen. Ist der im Abtastzyklus ermittelte Wert kleiner als der in der Tabelle abgespeicherte Wert, wird ein Ausgangssignal erzeugt, welches im Zusammenwirken mit anderen Statuswerten der ueberwachten Einrichtung [in der Zeichnung nicht dargestellt] ein Signal, z.B. zur Oeffnung einer Tuere oder zur Verriegelung einer Sicherheitsvorrichtung, erzeugt. Anschliessend an den Kalibriervorgang aller Sender-Empfaengerpaarungen wird automatisch auf ein Abtastfenster und den Abtastzyklus umgeschaltet. Der Abtastzyklus wird jedoch erst zum Ablauf gebracht, wenn ein entsprechendes Signal der ueberwachten oder zu steuernden Einrichtung eintrifft. Es ist aber auch moeglich, den Kalibrierzyklus mit oder ohne Abstaenden weiterlaufen zu lassen, bis das Abtastfenster geoeffnet wird. Die Steuerung der Abfolge der Kalibriervorgaenge, d.h. einer Kalibrierreihenfolge, innerhalb eines Kalibrierzyklus kann auch so erfolgen, dass auch im Abtastfenster kalibriert wird, indem die nicht unterbrochenen Strahlen zur Kalibrierung freigegeben werden. Dies kann in Abweichung von einer oder mehrerer vorgebar Kalibrierreihenfolgen fuer die Arbeits-Abtaststrahlen S erfolgen.

Auch hier bewirkt die Modifikation des Kalibrierwertes mit einem Faktor eine gewisse minimale Lichtreserve fuer den Betrieb der Lichtschranke, damit diese sicher und zuverlaessig arbeitet.

Der Senderkreis in einer 3. Art 3-3 [Fig. 7] weist eine Anzahl Sender 3.1.i auf, wobei vor den Eingang eines jeden Senders 3.1.i je ein {fuer alle Sender gleicher} Vorwiderstand Rs geschaltet ist, wobei deren Eingange an einen gemeinsamen Verstaerker 3-3.2 angeschlossen sind, der mit seinem Eingang an einem D/A-Wandler 3-3.3 liegt, dessen Eingang an einem Ausgang Au des Steuerkreises 2 liegt, und dass die Sender mit je ihnen zugeordneten Ausgaengen Ai des Steuerkreises 2 verbunden sind. Bei dieser 3. Variante eines Senderkreises 3-3 wird der Sendestrom durch die Steuerung der Spannung bei einem konstanten Vorwiderstand Rs gesteuert.

Bei einer weiteren Variante einer Lichtschranke sind in jedem der Steuerkreise 2, Steuermittel vorgesehen, die die Abtastzyklen des Abtastfensters und die Kalibrierzyklen einander ueberlagern. Dies kann eine einfache Verschachtelung der ganzen Zyklen oder aber eine Verschachtelung der Abtast- bzw. Kalibriervorgaenge der einzelnen Zyklen sein. Es koennen also nicht nur Zyklen aufeinander folgen, z.B. ein Abtastzyklus auf einen Kalibrierzyklus etc., sondern es koennen auch die einzelnen Vorgaenge fuer die Arbeits-Abtaststrahlengänge S, z.B. ein Abtastvorgang auf einen Kalibriervorgang etc., aufeinander folgen. Dabei kann beispielsweise sowohl der Kalibriervorgang als auch der Abtastvorgang permanent stattfinden. Sobald ein Arbeits-Abtaststrahlengang S als unterbrochen gemeldet wird und er noch kalibriert werden sollte, wird er aus der temporaer vorgesehenen Kalibrierreihenfolge herausgenommen und fuer diesen Arbeits-Abtaststrahlengang S die zuletzt eruierten Arbeits-Kalibrierwerte bis zur naechsten Kalibrierung verwendet. Als naechster Schritt wird vorzugsweise ein Abtastvorgang beim naechsten Arbeits-Abtaststrahlengang S der Abtastreihenfolge oder ev. beim benachbarten Arbeits-Abtaststrahlengang S durchgefuehrt. Ist auch dieser naechste Arbeits-Abtaststrahlengang S unterbrochen, wird auch er aus der Kalibrierreihenfolge herausgenommen, usw., solange ev. vorgesehene Kontroll-Arbeits-Abtaststrahlengänge, welche ausserhalb eines moeglichen Abdeckbereiches durch ein Objekt liegend vorgesehen sein koennen, ein Kontrollsignal geben oder solange andere Plausibilitaetsbe-

dingungen fuer die richtige Funktion der gesamten Lichtschranke erfuehlt sind. Sobald wieder ein Arbeits-  
 Abtaststrahlengang S als nicht unterbrochen gemeldet wurde, wird die vorgesehene Kalibrierreihenfolge wie-  
 der aufgenommen, bis der naechste Arbeits-Abtaststrahlengang S als unterbrochen gemeldet wird usw. Dabei  
 kann die vorgesehene Kalibrierreihenfolge beim aktu llen Arbeits-Abtaststrahlengang S fortgesetzt oder es  
 5 kann eine ad hoc-Kalibrierreihenfolge gebildet werden, welche nach bestimmten Sicherheitskriterien in Bezug  
 auf die aktuellen Systemparameter zusammengestellt wird. Dabei braucht nicht jede Kalibrierreihenfolge alle  
 Arbeits-Abtaststrahlengaenge S zu enthalten; es genuegt, wenn durch mehrere Kalibrierreihenfolgen alle Ar-  
 beits-Abtaststrahlengaenge S innerhalb eines Sicherheitsaspekten genuegenden Zeitraumes kalibriert wer-  
 den. Die Kalibrierreihenfolgen koennen auch je nach ihrer Lage innerhalb oder ausserhalb eines Abtastfensters  
 10 verschieden bezueglich Auswahl und Anzahl der Arbeits-Abtaststrahlengaenge S vorgesehen sein.

Um zu verhindern, dass ein waehrend des Kalibriervorganges in den Arbeits-Abtaststrahlengan S gelang-  
 tes Objekt den Kalibriervorgang beeintraehtigt und dadurch zu falschen Ergebnissen fuehrt, wird nach jedem  
 Kalibrierschritt nochmals kontrolliert, ob der Empfaenger mit dem vor der Kalibrierung benutzten Wert, z.B. der  
 Sendeleistung etc., noch anspricht. Ist dies der Fall, wird die Kalibrierung fortgesetzt. Andernfalls wird die Kali-  
 15 brierung abgebrochen und der vor der Stoerung gueltige Wert weiterhin benutzt und ein Sicherheitssignal zur  
 Einnahme einer Sicherheitsposition der ueberwachten Einrichtung, z.B. die Schliessung oder Oeffnung einer  
 Sicherheitsabdeckung, die Abschaltung einer Maschine, das Anfahren einer bestimmten Position etc., in  
 Abhaengigkeit von den anderen Systemparametern und ev. Sicherheitskriterien in Parameterform, gegeben.

Darueberhinaus koennen bei einer weiteren Variante bei einem Kalibrierzyklus 5. Art der Verstaerkungs-  
 20 faktor des Empfaengers 4.1.i alternierend mit der Sendeleistung des Senders 3.1.i von einem unter einer  
 Schaltschwelle des dem Verstaerker nachgeschalteten Schwellwertschalters fuer das Empfaengersignal lie-  
 genden Wert kontinuierlich oder diskontinuierlich erhoeht werden, bis dieses einen Wert ueber der Schalt-  
 schwelle, des Grenz-Empfaengersignals aufweist. Anschliessend wird sowohl der zugehoerige  
 Verstaerkungsfaktor-Schwellwert wie auch der zugehoerige Sendeleistungs-Grenzwert mit je einem Faktor  
 25 multipliziert, um den Abtast-Verstaerkungsfaktor bzw. um die Abtast-Sendeleistung  $[I_a]$  zu bilden, wobei beide  
 etwas groesser als der Verstaerkungsfaktor-Schwellwert bzw. der Sendeleistungs-Grenzwert sein sollen.  
 Beide, Abtast-Verstaerkungsfaktor und Abtast-Sendeleistung werden fuer die Verwendung beim Abtastzyklus  
 abgespeichert.

Bei einer Zweiweg-Lichtschranke koennen dieselben Baugruppen, wie sie oben fuer die Einweg-Licht-  
 30 schranke beschrieben wurden, eingesetzt werden, wenn Sender und Empfaenger auf derselben Seite und  
 ihnen gegenueber, auf der anderen Seite des ueberwachten Raumes, entsprechende, mit den Sendern und  
 Empfaengern zusammenwirkende Reflektoren ... vorgesehen sind.

Auch koennen bei allen beschriebenen Lichtschranken sowohl stark gebuendelte wie auch dispergierende  
 Lichtstrahlen eingesetzt werden. Insbesondere sind als Lichtstrahlen Laserstrahlen oder gepulste Laserstrah-  
 35 len einsetzbar. Werden divergierende Lichtstrahlen verwendet, dann koennen diese so angeordnet werden,  
 dass sich die Strahlungsbereiche der einzelnen Sender ueberlappen oder nicht ueberlappen.

Ebenso kann in jedem Strahlengang ein gleichdrehendes Zirkularpolfilterpaar vorgesehen sein, wobei der  
 Polarisator im Bereich des Senders und der Analysator im Bereich des Empfaengers angeordnet ist.

40

45

50

55

**BEZUGSZEICHEN**

5	S	Arbeits-Abtaststrahl
	1	kalibrierbarer Auswertekreis
	2	Steuerkreis
	3	Senderkreis
10	4	Empfängerkreis
	5	Kalibrierkreis
15	2.1	Lesespeicher
	2.2	Arbeitsspeicher
	2.3	Clock
	As	Steuer-Ausgang Steuerkreis
20	E3	Eingang Steuersignal Steuerkreis
	2 - 1	Steuerkreis 1. Art
	Au	Ausgang Sender
	Ai	Steuer-Ausgang Sender [i = 0 ... n]
25	2 - 2	Steuerkreis 2. Art
	Am	Multiplexer-Ausgang Steuerkreis 2. Art
	Au	Ausgang Sender
30	Ai	Steuer-Ausgang Sender [i = 0 ... n]
	2 - 3	Steuerkreis 3. Art
35	Av	Verstärker-Steuer-Ausgang Steuerkreis 2. Art
40	3.1.i	Sender [i = 0 ... n]
	4.1.i	Empfänger [i = 0 ... n]
	4.2.i	Verstärker / Empfänger-Verstärker
	R <sub>b</sub>	Vorwiderstand Empfänger
45	3 - 1	Senderkreis 1. Art
	3 - 1.1	geregelte Stromquelle
	3 - 1.2	D/A-Wandler
50	3 - 2	Senderkreis 2. Art
55		

	3-2.1	geregelte Stromquelle
5	3-3	Senderkreis 3. Art
	3-3.2	Verstärker
	3-3.3	D/A-Wandler
	Rs	Vorwiderstand Sender
10		
	5-1	Kalibrierkreis 1. Art
	5-1.1.i	Schwellwertschalter
	5-1.2.i	Flip-Flop
15	5-1.3	ODER-Gatter
	5-1.4	UND-Gatter
20		
	5-2	Kalibrierkreis 2. Art
	5-2.1	Multiplexer
	5-2.2	A/D-Wandler
25		
	5-3	Kalibrierkreis 3. Art
	5-3.1	Multiplexer
	5-3.2	Kalibrier-Verstärker
	5-3.3	Verstärker-Steuer-D/A-Wandler
30	5-3.4	Kalibrier-Schwellwertschalter

### Patentansprüche

- 35
1. Verfahren zur Steuerung einer Lichtschranke, bei der eine Anzahl zusammenwirkender Sender und Empfänger mehrere Abtaststrahlengänge ergeben, wobei die Abtaststrahlen einen zu überwachenden Bereich eines zu überwachenden Objektes mehr oder minder erfüllen, wobei Abtastzyklen, in welchen das Vorhandensein von im wesentlichen allen Abtaststrahlen detektiert wird, von dem zu überwachenden Objekt oder einem mit diesem zusammenwirkenden Steuergerät ausgelöst werden und dieses wenigstens ein externes Steuersignal an ein externes Gerät je nach Abtastergebnis abgibt, dadurch **gekennzeichnet**, dass
- 40 eine paarweise Zuordnung je eines Senders und eines Empfängers als Arbeits-Abtaststrahlengang temporär gebildet wird,
- 45 dass wenigstens ein Kalibrierzyklus zur Selbststeuerung einzelner Betriebs-Kenngrößen jeweiliger Sender-Empfängerpaarungen entsprechend den Arbeits-Abtaststrahlengängen der Lichtschranke ausgeführt wird,
- dass ein Abtastfenster von einer Steuerfunktion des zu überwachenden Gerätes durch ein Steuergerät geöffnet wird,
- 50 dass im Abtastfenster wenigstens ein Abtastzyklus der Arbeits-Abtaststrahlengänge vorgenommen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Abtastzyklus auf einen Kalibrierzyklus oder umgekehrt folgt.
- 55 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Abtastzyklus auf mehrere Kalibrierzyklen oder umgekehrt folgt.



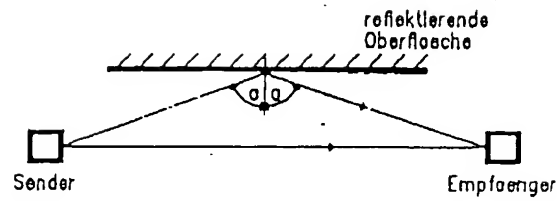
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Abtastzyklus einem Kalibrierzyklus oder mehreren Kalibrierzyklen ganz oder teilweise ueberlagert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Ueberlagerung als eine einfache Verschachtelung der ganzen Zyklen oder aber als eine Verschachtelung der Abtast- bzw. Kalibriervorgaenge der einzelnen Zyklen vorgenommen wird und dabei die einzelnen Abtast- bzw. Kalibrierschritte multiplexartig ineinander verschachtelt werden und verschachtelte Kalibrier- und Abtastreihenfolgen bilden.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Abtastzyklus gegenueber dem Kalibrierzyklus oder den Kalibrierzyklen mit erster Prioritaet der Abarbeitung ueberlagert wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprueche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kalibrierfolge der Arbeits-Abtaststrahlengaenge innerhalb eines Kalibrierzyklus nach einem festen oder von Kalibrierzyklus zu Kalibrierzyklus wechselnden Ablaufschema festgelegt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Kalibrierfolge der Arbeits-Abtaststrahlengaenge innerhalb eines ueberlagerten Kalibrierzyklus aus Arbeits-Abtaststrahlengaengen gebildet wird, welche im Abtastzyklus als nicht unterbrochen gemeldet wurden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl Kalibriervorgang als auch Abtastvorgang permanent stattfinden, dass ein Abtastvorgang auf einen Kalibriervorgang etc. folgt, und wenn ein Arbeits-Abtaststrahlengang als unterbrochen gemeldet wird der noch kalibriert werden sollte, wird er aus der temporaer vorgesehenen Kalibrierreihenfolge herausgenommen und fuer diesen Arbeits-Abtaststrahlengang die zuletzt eruierten Arbeits-Kalibrierwerte bis zur naechsten Kalibrierung verwendet, anschliessend wird als naechster Schritt vorzugsweise ein Abtastvorgang beim naechsten Arbeits-Abtaststrahlengang der Abtastreihenfolge oder ev. beim benachbarten Arbeits-Abtaststrahlengang durchgefuehrt und festgestellt, ob auch dieser naechste Arbeits-Abtaststrahlengang unterbrochen ist, wobei zutreffendenfalls auch er aus der Kalibrierreihenfolge herausgenommen wird, solange bis von ev. vorgesehene Kontroll-Arbeits-Abtaststrahlengaenge, welche ausserhalb eines moeglichen Abdeckbereiches durch ein Objekt liegend vorgesehen sind, ein Kontrollsignal geben wird oder solange andere Plausibilitaetsbedingungen fuer die richtige Funktion der gesamten Lichtschranke erfuehrt sind, dass beim naechsten als nicht unterbrochen gemeldetem Arbeits-Abtaststrahlengang die vorgesehene Kalibrierreihenfolge wieder aufgenommen wird, bis der naechste Arbeits-Abtaststrahlengang als unterbrochen gemeldet wird usw., wobei die vorgesehene Kalibrierreihenfolge beim aktuellen Arbeits-Abtaststrahlengang fortgesetzt oder eine ad hoc-Kalibrierreihenfolge gebildet wird, welche nach bestimmten Sicherheitskriterien in Bezug auf die aktuellen Systemparameter zusammengestellt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprueche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass nicht in jeder Kalibrierreihenfolge alle Arbeits-Abtaststrahlengaenge kalibriert werden, wobei durch mehrere Kalibrierreihenfolgen alle Arbeits-Abtaststrahlengaenge innerhalb eines Sicherheitsaspekten genuegenden Zeitraumes kalibriert werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprueche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Kalibrierreihenfolgen je nach ihrer Lage innerhalb oder ausserhalb eines Abtastfensters verschieden bezueglich Auswahl und Anzahl der Arbeits-Abtaststrahlengaenge sind.
12. Verfahren nach einem der Ansprueche 4 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass nach jedem Kalibrierschritt kontrolliert wird, ob der Empfaenger mit dem vor der Kalibrierung benutzten Wert noch anspricht und im Zutreffensfall die Kalibrierung fortgesetzt andernfalls die Kalibrierung abgebrochen wird, wobei der vor der Stoerung gueltige Wert weiterhin benutzt und ein Sicherheitssignal zur Einnahme einer Sicherheitsposition der ueberwachten Einrichtung abgegeben wird.
13. Verfahren nach Anspruch 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Kalibrierzyklus die Strahlintensitaet und / oder Empfangs-empfindlichkeit fuer die Arbeits-Abtaststrahlengaenge ermittelt und fuer wenigstens einen Abtastzyklus speichert.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Kalibrierzyklus 1. Art der Sender auf einen konstanten Kalibrier-Leistungswert eingestellt wird und der Verstaerkungsfaktor des Verstaer-

- kers fuer jeden Arbeits-Abtaststrahlengang, ausgehend von einem Verstaerkungsfaktor, der einem unter einem Schaltschwellwert eines Schaltelementes liegenden Wert entspricht, kontinuierlich oder diskontinuierlich angehoben wird bis er den Verstaerkungsfaktor, der dem Schaltschwellwert entspricht, erreicht, dass anschliessend dieser mit einem Faktor multipliziert wird, um den Atast-Verstaerkungsfaktor zu bilden, wobei dieser etwas groesser als der Schwellwertverstaerkungsfaktor sein soll und dass dieser Abtast-Verstaerkungsfaktor fuer die Verwendung beim Abtastzyklus abgespeichert wird.
- 5
15. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Abtastfenster von der zu ueberwachten Einrichtung oder von einer Ablaufsteuerfolge geoeffnet wird.
- 10
16. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Kalibrierzyklus 2. Art der Empfaenger auf einen konstanten Kalibrier-Empfindlichkeitswert eingestellt wird und die Intensitaet / Leistung [I] des Senders, ausgehend von einem vom dem betrachteten Arbeits-Abtaststrahlengang zugeordneten Empfaenger nicht mehr empfangbaren Wert, kontinuierlich oder diskontinuierlich erhoeht wird, bis der Empfaenger ein Signal bei einem Intensitaetsgrenzwert [Ig] wahrnimmt und dass anschliessend dieser mit einem Faktor multipliziert wird, um die Abtast-Intensitaet [Ia] zu bilden, wobei diese etwas groesser als der Intensitaetsgrenzwert [Ig] sein soll und dass dieser Abtast-Verstaerkungsfaktor fuer die Verwendung beim Abtastzyklus abgespeichert wird.
- 15
17. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Kalibrierzyklus 3. Art einerseits die Intensitaet [I] des Senders, ausgehend von einem vom dem betrachteten Arbeits-Abtaststrahlengang zugeordneten Empfaenger nicht mehr empfangbaren Wert, kontinuierlich oder diskontinuierlich erhoeht wird, bis der Empfaenger ein Signal bei einem Intensitaetsgrenzwert [Ig] wahrnimmt und dass anschliessend dieser mit einem Faktor multipliziert wird, um die Abtast-Intensitaet [Ia] zu bilden, wobei diese etwas groesser als der Intensitaetsgrenzwert [Ig] sein soll und dass dieser Abtast-Verstaerkungsfaktor fuer die Verwendung beim Abtastzyklus abgespeichert wird und dass andererseits parallel / gleichzeitig zur Erhoehung der Intensitaet [I] des Senders der Verstaerkungsfaktor des Verstaerkers fuer jeden Arbeits-Abtaststrahlengang, ausgehend von einem Verstaerkungsfaktor, der einem unter einem Schaltschwellwert eines Schaltelementes liegenden Wert entspricht, kontinuierlich oder diskontinuierlich angehoben wird bis er den Verstaerkungsfaktor, der dem Schaltschwellwert entspricht, erreicht, dass anschliessend dieser mit einem Faktor multipliziert wird, um den Atast-Verstaerkungsfaktor zu bilden, wobei dieser etwas groesser als der Schwellwertverstaerkungsfaktor sein soll und dass dieser Abtast-Verstaerkungsfaktor fuer die Verwendung beim Abtastzyklus abgespeichert wird.
- 20
- 25
- 30
- 35
18. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Kalibrierzyklus 4. Art der Verstaerkungsfaktor des Empfaengers alternierend mit der Sendeleistung des Senders kontinuierlich oder diskontinuierlich erhoeht wird bis einerseits ein Verstaerkungsfaktor-Schwellwert und andererseits ein Sendeleistungs-Grenzwert fuer jeden Arbeits-Abtaststrahlengang erreicht wird, ausgehend einerseits von einem Verstaerkungsfaktor, der einem unter einem Schaltschwellwert eines Schaltelementes liegenden Wert entspricht, und ausgehend andererseits von einem vom dem betrachteten Arbeits-Abtaststrahlengang zugeordneten Empfaenger nicht mehr empfangbaren Wert der Sendeleistung, dass anschliessend sowohl der Verstaerkungsfaktor-Schwellwert wie auch der Sendeleistungs-Grenzwert mit je einem Faktor multipliziert werden, um den Atast-Verstaerkungsfaktor bzw. um die Abtast-Sendeleistung [Ia] zu bilden, wobei beide etwas groesser als der Verstaerkungsfaktor-Schwellwert bzw. der Sendeleistungs-Grenzwert sein sollen und dass beide, Abtast-Verstaerkungsfaktor und Abtast-Sendeleistung, fuer die Verwendung beim Abtastzyklus abgespeichert werden.
- 40
- 45
- 50
- 55
19. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Kalibrierzyklus 5. Art der Verstaerkungsfaktor des Empfaengers alternierend mit der Sendeleistung des Senders von einem unter einer Schaltschwelle des dem Verstaerker nachgeschalteten Schwellwertschalters fuer das Empfaengersignal liegenden Wert kontinuierlich oder diskontinuierlich erhoeht wird bis dieses einen Wert ueber der Schaltschwelle, des Grenz-Empfaengersignals aufweist, und dass anschliessend sowohl der zugehoerige Verstaerkungsfaktor-Schwellwert wie auch der zugehoerige Sendeleistungs-Grenzwert mit je einem Faktor multipliziert werden, um den Atast-Verstaerkungsfaktor bzw. um die Abtast-Sendeleistung [Ia] zu bilden, wobei beide etwas groesser als der Verstaerkungsfaktor-Schwellwert bzw. der Sendeleistungs-Grenzwert sein sollen und

- dass beide, Abtast-Verstaerkungsfaktor und Abtast-Sendeleistung, fuer die Verwendung beim Abtastzyklus abgespeichert werden.
- 5 20. Verfahren nach Anspruch 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die paarweise Zuordnung je eines Senders und eines Empfängers als Arbeits-Abtaststrahlengang temporaer in der Weise gebildet wird, dass je einem Sender in wenigstens einer Empfänger-Reihenfolge mehrere Empfänger zugeordnet werden und dass diese Zuordnungen fuer alle Sender in wenigstens einer Sender-Reihenfolge vorgenommen wird.
  - 10 21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die paarweise Zuordnung je eines Senders und eines Empfängers als Arbeits-Abtaststrahlengang temporaer in der Weise gebildet wird, dass sowohl innerhalb einer Empfänger-Reihenfolge wie auch innerhalb einer Sender-Reihenfolge fuer jeden Arbeits-Abtaststrahlengang geprueft wird, ob dieser Arbeits-Abtaststrahlengang unterbrochen ist, wobei nach der Feststellung eines unterbrochenen Arbeits-Abtaststrahlenganges in Fortschreitungsrichtung der Empfänger- bzw. der Sender-Reihenfolge der beziehungsweise geometrisch benachbarte naechste Arbeits-Abtaststrahlengang als Zuordnung gebildet wird, bis kein Arbeits-Abtaststrahlengang mehr als unterbrochen festgestellt wird und anschliessend die Zuordnung in der urspruenglich begonnenen Empfänger-Reihenfolge bzw. Sender-Reihenfolge fortgesetzt wird, wobei die als unterbrochen festgestellten Arbeits-Abtaststrahlengaenge nicht kalibriert werden.
  - 15 22. Verfahren nach Anspruch 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die paarweise Zuordnung je eines Senders und eines Empfängers als Arbeits-Abtaststrahlengang temporaer in der Weise gebildet wird, dass in einem Einstelldurchgang jeder Sender auf einen konstanten Einstell-Leistungswert und jeder Empfänger auf einen konstanten Einstell-Verstaerkungsfaktor eingestellt wird, dass anschliessend bei jedem Abtaststrahlengang, d.h. einer Sender-Empfängerpaarung, ein Optimierzyklus zur Feststellung der Lage der maximalen Intensitaet innerhalb des Abtaststrahlenganges vorgenommen wird und dass diese Lage des Intensitaetsmaximums zur Zuordnung je eines Senders zu einem Empfänger als optimal wirksamen Arbeits-Abtaststrahlengang verwendet wird.
  - 20 23. Verfahren nach einem der Ansprueche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Abtaststrahl benachbarten Flaechen auftretende Reflexionen verhindert bzw. ausgeschaltet werden, damit sie das Abtastergebnis bzw. die auf dem Empfänger auftreffende Senderleistung nicht beeinflussen koennen.
  - 25 24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass das jeden Sender verlassende Licht zirkular polarisiert und ein eventuell auf den Empfänger treffender reflektierter Stoerstrahl ausgefiltert wird.
  - 30 25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass das jeden Sender verlassende Licht mittels Blenden oder Linsen gebuendelt wird.
  - 35 26. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass als Senderlicht ein gebuendeltes Licht verwendet wird.
  - 40 27. Lichtschranke fuer die Abgabe eines Steuersignals mit einer Anzahl zusammenwirkender Sender und Empfänger, wobei Sender bzw. Empfänger in Abtastzyklen von einem Auswertekreis aktiviert werden, zur Durchfuehrung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Auswertekreis als ein kalibrierbarer Auswertekreis [1] zur Selbststeuerung der Arbeits-Einstellgroessen der jeweiligen Arbeits-Abtaststrahlen [S] [Sender-Empfängerpaarung] und der Aktivierungsreihenfolge der Arbeits-Abtaststrahlen [S] der Lichtschranke ausgebildet ist und einen Steuerkreis [2] enthaelt, der an Lese- und Arbeitsspeicher [2.1 bzw. 2.2] und an eine Clock [1.3] sowie an das zu steuernde Objekt [nicht dargestellt] mit einem Steuer-Ausgang [As] fuer ein Ausgangs-Steuersignal und einen Eingang [E3] fuer Eingangs-Steuersignal angeschlossen ist sowie Zuordnungsmittel aufweist, welche je einen Sender [3.1.1, 3.1.2, usw.] eines Senderkreises [3] und je einen Empfänger [4.1.1, 4.1.2, usw.] eines Empfängerkreises [4] temporaer je fuer eine Phase des Betriebes einander zuordnen.
  - 45 28. Lichtschranke nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass der kalibrierbare Auswertekreis wenigstens einen Kalibrierkreis 1. Art [5-1] zur Selbststeuerung der Intensitaet jedes Abtaststrahls [S] aufweist.
  - 50
  - 55

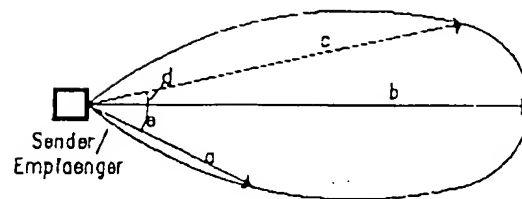
29. Lichtschranke nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass der kalibrierbare Auswertekreis wenigstens einen Kalibrierkreis 2. Art [5-2] zur Selbststeuerung der Empfindlichkeit des Empfängers [4.1.i] aufweist.
- 5 30. Lichtschranke nach einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Strahlungsbereiche der einzelnen Sender [3.1.i] überlappen.
31. Lichtschranke nach einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Strahlungsbereiche der einzelnen Sender [3.1.i] nicht überlappen.
- 10 32. Lichtschranke nach einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass als Sender [3.1.i] Laserstrahlsender vorgesehen sind.
33. Lichtschranke nach einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass als Sender [3.1.i] gepulste Laserstrahlsender vorgesehen sind.
- 15 34. Lichtschranke nach einem der Ansprüche 27 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass in jedem Strahlengang ein gleichdrehendes Zirkularpolfilterpaar vorgesehen ist, wobei der Polarisator im Bereich des Senders und der Analysator im Bereich des Empfängers angeordnet ist.
- 20 35. Lichtschranke nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass der Kalibrierkreis 1. Art [5-1] zur Selbststeuerung der Intensität jedes Abtaststrahls für jeden Empfänger [4.1.i] einen am Ausgang des dem Empfänger [4.1.i] zugeordneten Verstärkers [4.2.i] des Empfängerkreises [4] liegenden Schwellwertschalter [5-1.1.i] [Schmitt-Trigger] und ein von diesem angespeistes Flip-Flop [5-1.2.i] aufweist, welches sowohl mit einem für alle Empfänger [4.1.i] gemeinsamen ODER-Gatter [5-1.3] als auch mit einem für alle Empfänger [4.1.i] gemeinsamen UND-Gatter [5-1.4] verbunden ist, wobei die Ausgänge dieser beiden Gatter [5-1.3, 5-1.4] je an einem Eingang (E1 bzw. E2) eines Steuerkreises 1. Art [2-1] liegen und dass alle Flip-Flops [5-1.2.i] mit einem Reseteingang an einem Resetausgang [AR] des Steuerkreises [2-1] angeschlossen sind.
- 25 36. Lichtschranke nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass der Kalibrierkreis 2. Art [5-2] zur Messung der Signalstärke des Empfängers [4.1.i], wobei jeder Empfänger [4.1.i] einen am Ausgang des dem Empfänger [4.1.i] zugeordneten Verstärkers [4.2.i] des Empfängerkreises [4] mit einem Multiplexer [5-2.1] verbunden ist, welcher die Signale jedes der Verstärker [4.2.i] einzeln an einen gemeinsamen A/D-Wandler [5-2.2] schaltet, dessen Ausgang an einem Eingang [E1] eines Steuerkreises 2. Art [2-2] liegt, welcher einen Multiplexer-Steueroutput [Am] aufweist, der mit dem Multiplexer [5-2.1] zu dessen Ansteuerung verbunden ist.
- 30 37. Lichtschranke nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass der Kalibrierkreis 3. Art [5-3] zur Selbststeuerung der Empfindlichkeit des Empfängers [4.1.i], wobei jeder Empfänger [4.1.i] einen am Ausgang des dem Empfänger [4.1.i] zugeordneten Verstärkers [4.2.i] des Empfängerkreises [4] mit einem Multiplexer [5-3.1] verbunden ist, welcher die Signale jedes der Verstärker [4.2.i] einzeln an einen gemeinsamen Kalibrierverstärker [5-3.2] schaltet, dessen Ausgang an einem Eingang [E1] eines Steuerkreises 3. Art [2-3] liegt, welcher einen Verstärker-Steueroutput [Av] aufweist, an dem ein Verstärkersteuer-D/A-Wandler [5-3.3] liegt, der mit dem Kalibrierverstärker [5-3.2] zu dessen Steuerung verbunden ist.
- 35 38. Lichtschranke nach Anspruch 27 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass der Senderkreis in einer 1. Art [3-1] eine Anzahl Sender [3.1.i] aufweist, deren Eingänge an eine gemeinsame, geregelte Stromquelle [3-1.1] angeschlossen sind, die mit ihrem Eingang an einem D/A-Wandler [3-1.2] liegt, dessen Eingang an einen Ausgang [Au] des Steuerkreises [1. oder 2. Art] angeschlossen ist und dass die Sender [3.1.i] mit je ihnen zugeordneten Ausgängen [A0 bzw. A1 bzw. ... An] des Steuerkreises [2] verbunden sind.
- 40 39. Lichtschranke nach Anspruch 27 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass der Senderkreis in einer 2. Art [3-2] eine Anzahl Sender [3.1.i] aufweist, deren Eingänge an eine gemeinsame, geregelte Stromquelle [3-2.1] angeschlossen sind, die mit ihrem Eingang an einem Ausgang [Au] des Steuerkreises [1. oder 2. Art] angeschlossen ist und dass die Sender [3.1.i] mit je ihnen zugeordneten Ausgängen [A0 bzw. A1 bzw. ... An] des Steuerkreises [2] verbunden sind.
- 45 50 55

40. Lichtschranke nach Anspruch 27 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass der Senderkreis in einer 3. Art [3-3] eine Anzahl Sender [3.1.i] aufweist, deren Eingänge an einen gemeinsamen Verstärker [3-3.2] angeschlossen sind, der mit seinem Eingang an einem D/A-Wandler [3-3.3] liegt, dessen Eingang an einen Ausgang [Au] des Steuerkreises [1. oder 2. Art] angeschlossen ist, dass vor den Eingang eines jeden Senders [3.1.i] ein Vorwiderstand [R] geschaltet ist und dass die Sender mit je ihnen zugeordneten Ausgängen [A0 bzw. A1 bzw. ... An] des Steuerkreises [2] verbunden sind.
41. Lichtschranke nach Anspruch 27 bis 40, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfängerkreis [4] aus einer Anzahl parallel geschalteter Empfängerelemente [4.1.i] und je zu diesen in Serie geschalteten Vorwiderständen [Re] besteht, wobei jedem Empfängerelement [4.1.i] ein Verstärker [4.2.i] nachgeschaltet ist, welche je ihrerseits mit je einem entsprechenden Schwellwertschalter oder Multiplexer [5-1.1.i bzw. 5-2.1 bzw. 5-3.1] eines Kalibrierkreises [5] verbunden sind.
42. Lichtschranke nach einem der Ansprüche 27 bis 41, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfänger [4] auf derselben Seite wie der Sender [3] und auf der ihnen gegenüberliegenden Seite ein ihnen zugeordneter Reflektor angeordnet ist.
43. Lichtschranke nach einem der Ansprüche 27 bis 41, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfänger [4] und der Sender [3] auf gegenüberliegenden Seiten angeordnet sind.



störende Reflexionen an  
parallel verlaufenden Flächen

Fig. 1



Sende-/Empfangs-  
keule

Fig. 2

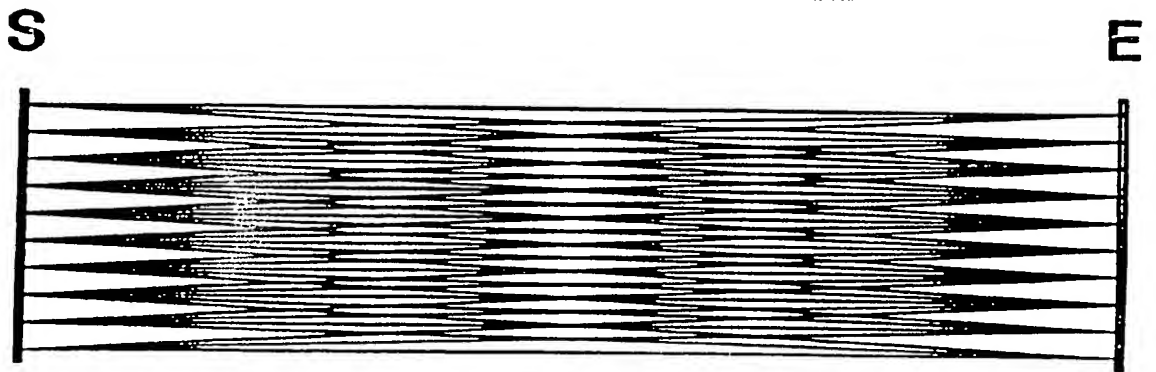
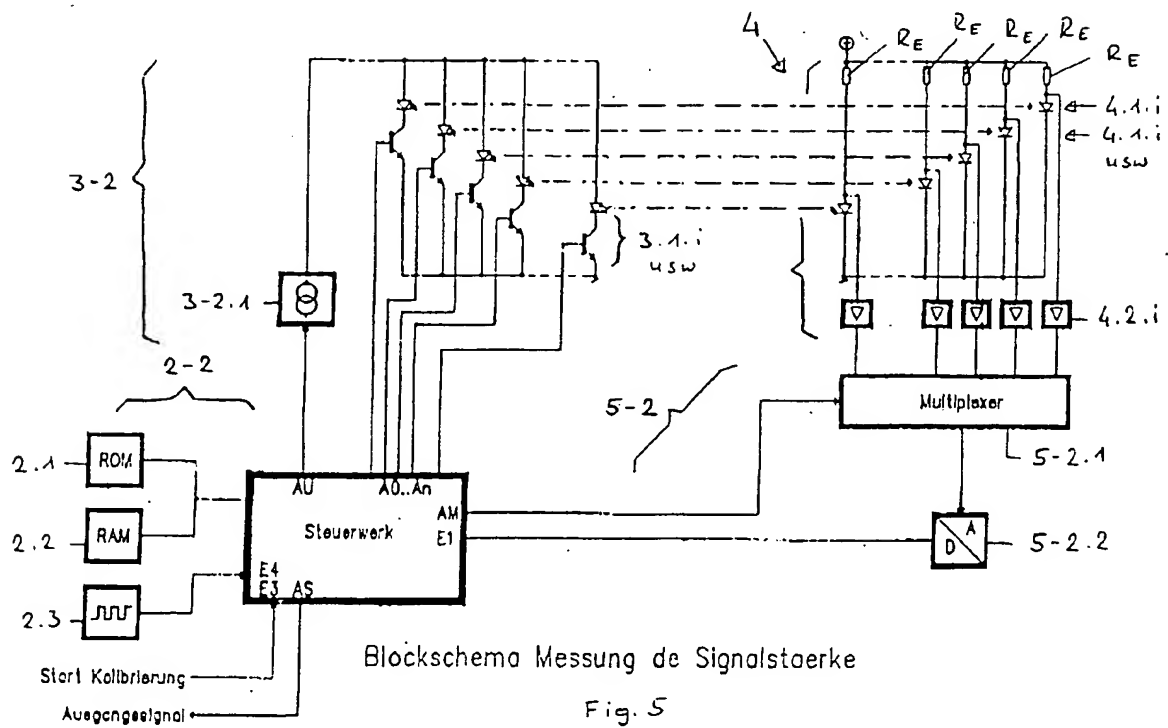
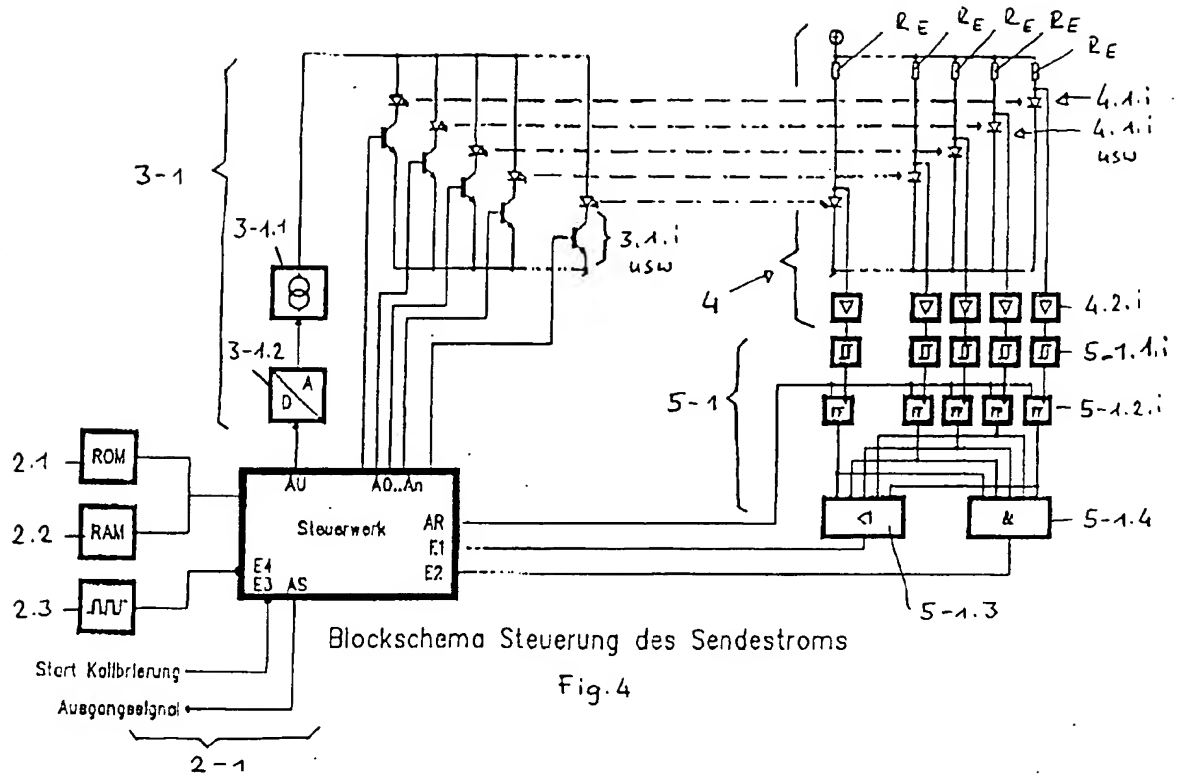
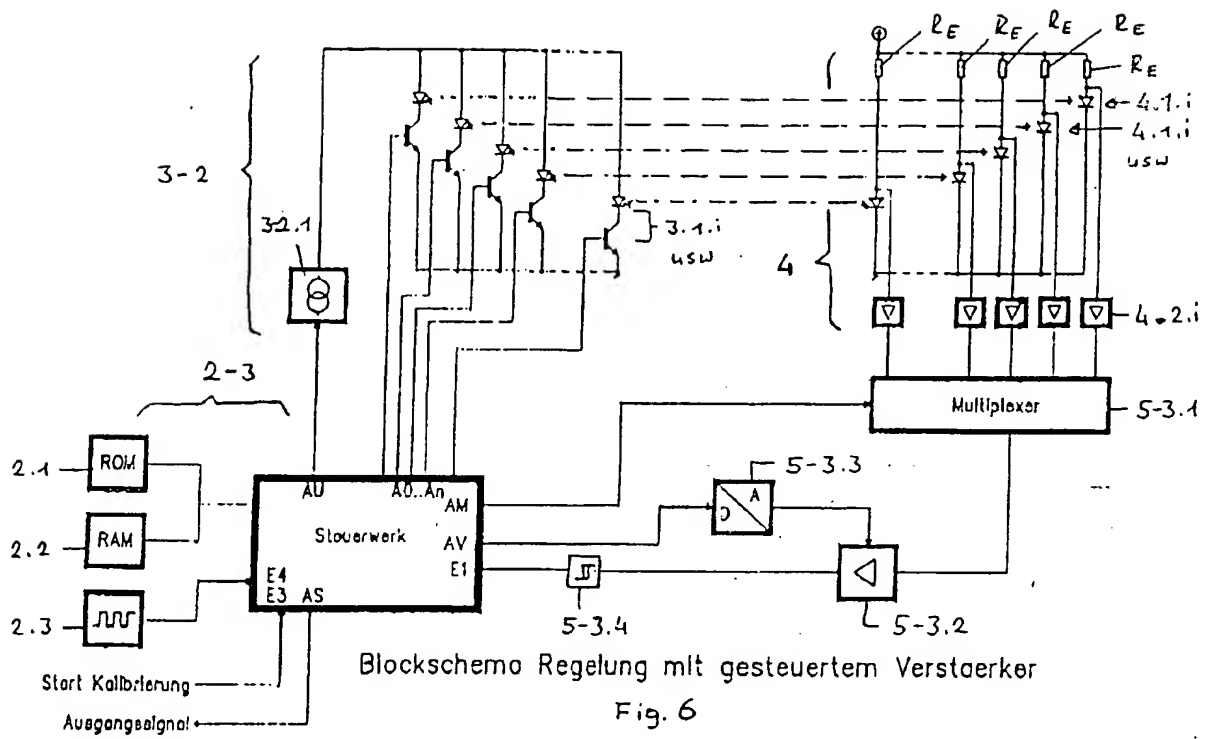
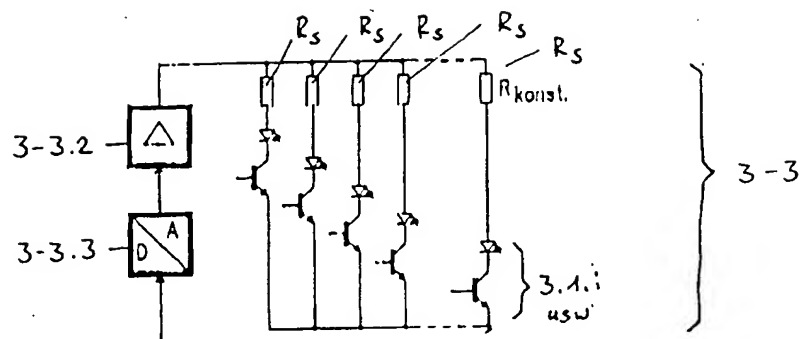


Fig.3









Blockschema Steuerung des Sendestroms  
durch Steuerung der Spannung und  
konstantem Vorwiderstand

Fig. 7